

Мочалов П.С., Титов И.В.

## **ТЕХНОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ В 3D ВИРТУАЛЬНЫХ СРЕДАХ**

*pavelmo4alov@live.ru*

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*



**НОТВ-2014**

*В докладе приведена технология разработки интерактивных трехмерных виртуальных сред, которая включает следующие этапы: сбор и анализ данных об объектах и процессах комплекса; разработка проекта системы; разработка математических моделей и алгоритмов; создание трехмерных моделей и выполнение процедуры текстурирования; разработка, реализация и тестирование программного обеспечения. Результаты применения технологии рассматриваются на примерах создания 3D - виртуального металлургического цеха, тренажера медеплавильной печи и виртуальных лабораторных установок для технических дисциплин.*

*This article contains a solution to the problem of software development 3D virtual environments, which consists of the following steps: collection and analysis of data on objects and processes complex; development the project of the system; development mathematical model and algorithms; create and texturing three-dimensional models; development, implementation and testing software. The results of the application of technology is seen examples of creating 3D virtual metallurgical plant, smelting furnace simulator and virtual laboratory facilities for technical disciplines.*

**Введение.** Одним из перспективных направлений прикладной области информационных технологий является применение трехмерных интерактивных виртуальных сред для создания тренажеров и симуляторов. Для решения таких задач необходимо наличие эффективных технологий, которые должны обеспечивать адекватность виртуальной среды и быстродействие вычислительных процессов достаточное для формирования качественных изображений высокого разрешения в режиме реального времени.

**При выборе среды разработки** программного обеспечения учитывались следующие основные характеристики:

- качественное и оптимизированное отображение трёхмерного пространства на различных платформах;
- наличие компонентов, позволяющих реализовывать физическое содержание задач;
- наличие мощного языка программирования;
- обеспечение возможности работы с базами данных;
- обеспечение возможности командной разработки приложений.

Из известных на сегодняшний день инструментальных средств, специализированных пакетов и различных технологий, ориентированных на создание виртуальных сред (UDK, Quest3d, CryEngine, Amira, Unity3D,

Alternativa3D и другие) был обоснован, по ряду критериев, выбор программного комплекса Unity 3D. Созданные с помощью Unity 3D приложения работают под операционными системами Windows, Mac OS X, Android, Apple iOS, Linux, а также на игровых приставках Wii, PlayStation 3 и XBox 360. Этот инструмент также позволяет создавать интернет - приложения.

**Общая схема технологии разработки** программных приложений 3D виртуальных сред применительно к задачам создания тренажеров, симуляторов и виртуальных лабораторий на рисунке 1. Основными этапами технологии являются[1-3]:

- сбор и анализ данных об объектах и процессах комплекса;
- разработка проекта системы;
- разработка математических моделей и алгоритмов;
- создание трехмерных моделей и выполнение процедуры текстурирования;
- разработка, реализация и тестирование программного обеспечения.

Назначение и содержание работ указанных этапов сводится к следующему.

***Сбор и анализ данных об объектах и процессах комплекса.*** На этом этапе производится сбор информации о средствах технического и технологического оснащения комплекса в виде чертежей, фото и видео материалов, технологических инструкций, данных о параметрах и режимах процессов. Необходимо детальное изучение принципов работы систем автоматизации и управления, оборудования, механизмов, обязанностей, траекторий движения и действий технологического персонала. Особое внимание уделяется наблюдению и анализу физико-химических процессов, протекающих в реакционных зонах агрегатов для формирования математических и информационных моделей. Анализируются основные каналы управления, определяются их статические и динамические характеристики. Строятся диаграммы взаимосвязей процессов, стадий и операций на соответствующих технологических уровнях иерархии.

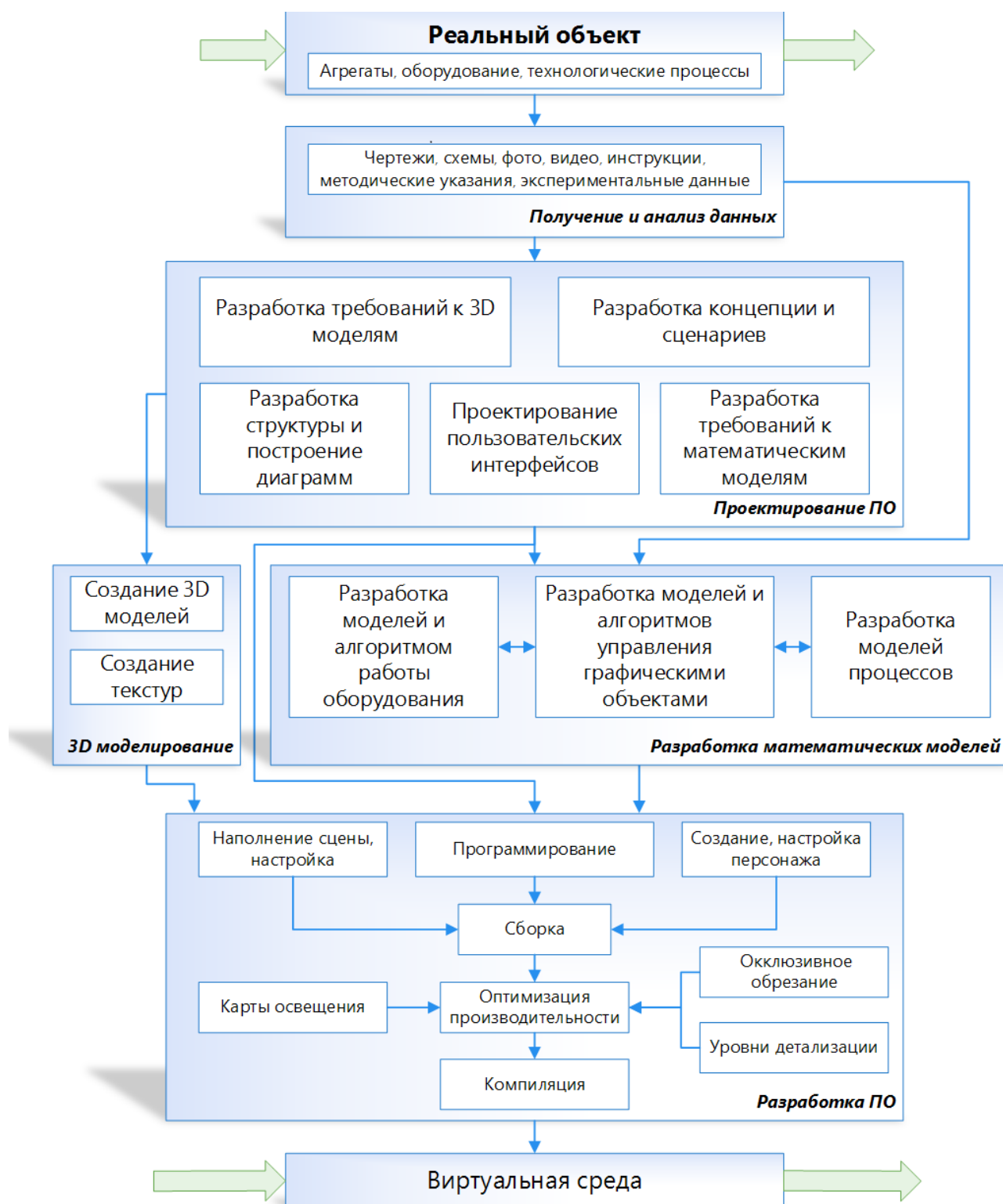


Рисунок 1 – Структура технологии разработки 3D виртуальных сред.

**Разработка проекта системы** заключается в создании полного и всестороннего описания сценариев работы системы и разработке проектных решений для следующих трех взаимосвязанных этапов технологии: разработка математических моделей, разработка программного обеспечения (ПО) и 3D - моделирование.

При разработке концепции и сценариев в первую очередь формулируется общий механизм работы виртуальной среды. Выделяется

основополагающий компонент - главный агрегат, с которым взаимодействуют все остальные. Может быть несколько различных главных агрегатов, либо набор типовых. Затем определяются факторы, связывающие такие агрегаты в систему, и выделяются общие ресурсы. Разрабатываются методика и алгоритмы распределения общих ресурсов. Формируются зависимости действий вспомогательного оборудования и агрегатов от главного агрегата для формирования иерархии связей и алгоритмов работы. Создаются сценарии для каждого отдельного типа оборудования. Определяются границы и степень реалистичности виртуального мира. Возможности и роли пользователя. При этом учитывается требование о том, что пользователь будет видеть виртуальный мир и действовать от первого лица.

*Проектирование пользовательских интерфейсов* заключается в разработке макетов всех интерфейсов, задании взаимосвязи и переходов между ними. При этом выбираются компоненты, стили и цветовые палитры.

*Разработка структуры и диаграмм программного обеспечения.* На данном этапе формулируется общая структура ПО на основе сценариев и требований. Создаются диаграммы классов, диаграммы состояний и деятельности виртуальных агрегатов и оборудования. В связи с наличием в комплексах большого количества виртуальных объектов и сложных связей между ними, структура ПО должна быть прозрачной, гибкой и масштабируемой. Все уровни логики должны рассчитываться на основе математических моделей и алгоритмов деятельности.

*Разработка требований к 3D моделям.* Формулируются следующие требования к моделям: степень детализированности (полигональности) модели, т.е. уровень геометрического соответствия реальному объекту, для каждого уровня детализации; соответствие виртуальных единиц измерения реальным. Выбираются технологии текстурирования, а так же параметры: разрешение, цветовая гамма и др. Разрабатывается единая иерархическая система именования 3D объектов. Составные части объектов, на которые распространяется одни и те же алгоритмы воздействия, объединяются в группы.

*Разработка математических моделей.* Осуществляется согласно иерархии объектов реальной системы, в соответствии с которой необходимо создавать три категории математических моделей, а именно:

- модель и алгоритмы, отражающие организационно производственные механизмы функционирования всей системы ;
- модели расчета процессов и работы оборудования;
- модели и алгоритмы расчета параметров для управления графическими объектами.

*Создание трехмерных моделей и выполнение процедуры текстурирования.* На основе сформулированных требований и входных

данных при помощи программной системы для создания и редактирования трехмерной графики создаются 3D модели сооружений и оборудования. В первую очередь создаются высокодетализированные или высокополигональные модели. На основе этих моделей генерируются текстуры нормалей. В зависимости от необходимого количества уровней детализации производится поэтапное снижение полигональности модели. При помощи графических редакторов создаются основные текстуры. Настраиваются материалы основных текстур и текстур нормалей. После триангуляции модели экспортируются[4].

***Разработка и тестирование программного обеспечения.*** Создание и наполнение сцены осуществляется путем импорта и расстановки 3D моделей, светильников и других необходимых объектов. Особое внимание уделяется настройке света и материалов. При необходимости разрабатываются собственные шейдеры (программные модули, выполняемые непосредственно видео контроллером). Создаются образцы виртуальных работников, производится настройка анимации, вычисляется карта навигации. Расставляются опорные точки.

*Создание персонажа* заключается в разработке элемента виртуального мира, которым будет управлять пользователь – это персонаж от первого лица. Персонаж состоит из контроллера, который обрабатывает события клавиатуры, мыши, камеры, обработчика коллизий и аудио слушателя.

*Программная реализация глобальной логики, математических моделей и интерфейсов* производится на языке C# согласно спроектированным диаграммам классов, поведений и состояний, а так же структурам математических моделей и алгоритмов. Программируются пользовательские интерфейсы на основе разработанных шаблонов [5]. Выполняется тестирование.

*Сборка программного обеспечения* производится с целью соотнесения программных модулей и виртуальных объектов. Настраиваются различные параметры как приложения в целом (например, системные настройки), так и виртуальных объектов в отдельности (например, настройка систем частиц).

*Оптимизация задач быстрого действия* делится на два направления: минимизация источников света и минимизация отображаемой геометрии. Для минимизации источников света создаются карты освещения поверхностей объектов виртуального мира. Расчет освещения при отображении каждого кадра заменяется на единовременную загрузку ресурсов [6]. Минимизация отображаемой геометрии достигается за счет настройки уровней детализации, что позволяет в зависимости от удаленности персонажа отображать модели с различным уровнем детализации, и технологии окклюзивного обрезания, которая позволяет скрывать объекты, находящиеся вне поля зрения пользователя.

*Конечная компиляция.* На данном этапе выбираются настройки компилятора под определённую операционную систему и компилируется готовое приложение.

При необходимости осуществляется возврат на любой из этапов технологии разработки ПО.

**Опыт применения технологии** рассматривается на примерах создания 3D - виртуального металлургического цеха, тренажера медеплавильной печи и виртуальных лабораторных установок для технических дисциплин.

*Прототип виртуального цеха* моделирует реальные помещения, работу персонала, оборудования и агрегатов цеха. Пользователь может перемещаться и выполнять различные действия от первого лица. Реализована работа следующих типов оборудования: загрузочные и мостовые краны; разливочный комплекс; шлакосъемное оборудование; оборудование подачи сырья и транспортировки готовой продукции. Выполнено пилотное моделирование процессов протекающих в технологических агрегатах, а так же отдельных функций деятельности персонала. На рисунке 2 представлены примеры снимков с экрана виртуального цеха.

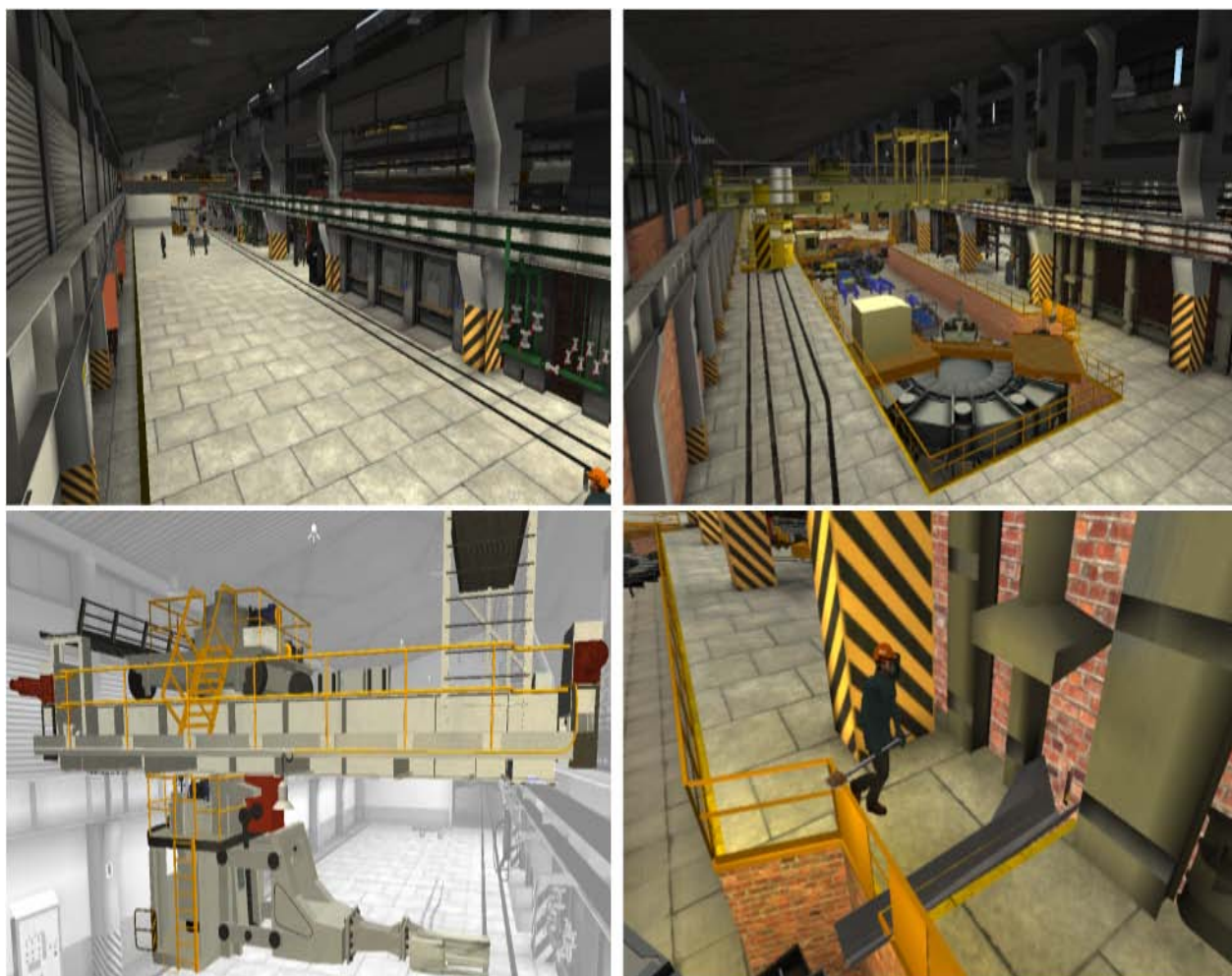


Рисунок 2 – Примеры экранных форм виртуального металлургического цеха.

*Реализован прототип тренажера медеплавильной печи*, который производит симуляцию работы главной панели управления печью, визуализацию и моделирование отдельных процессов и основных зависимостей плавки. Пользователь может управлять как отдельными периодами плавки, так последовательно всеми основными операциями.



Примеры экранных форм тренажера медеплавильной печи показаны на рисунке 4.

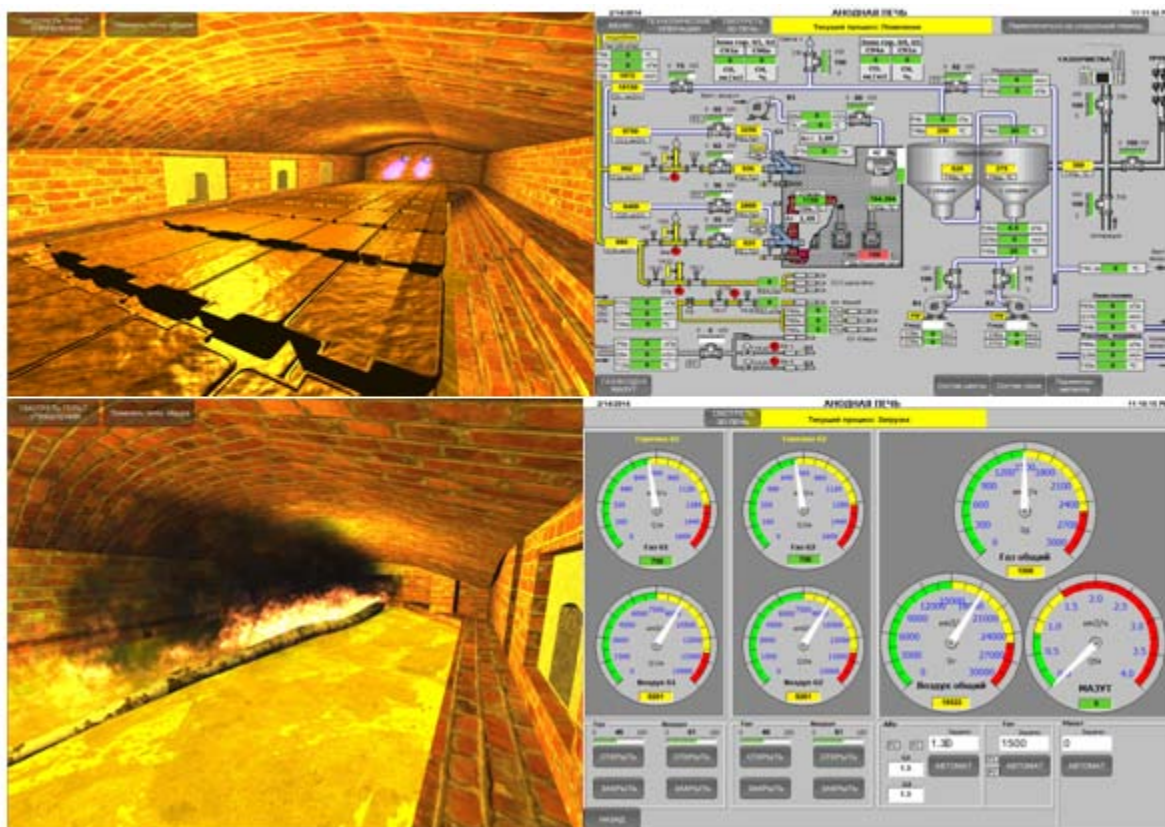
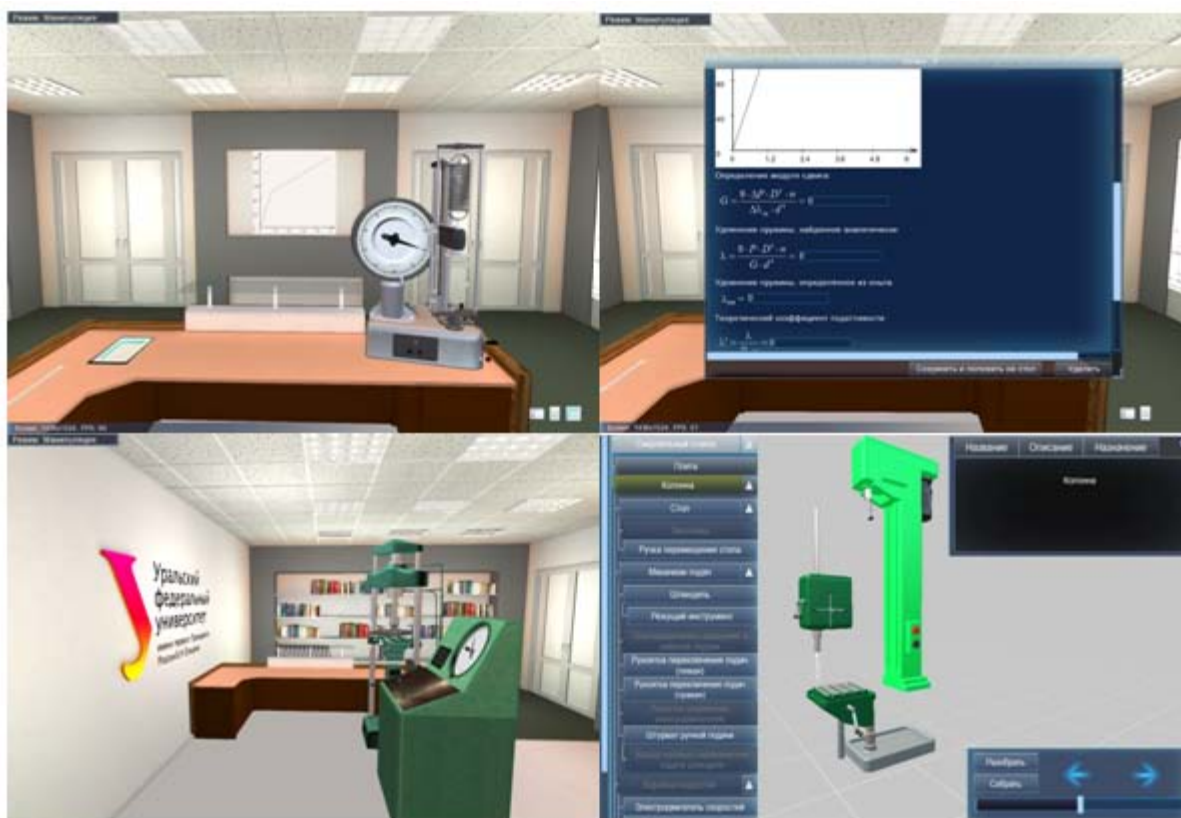


Рисунок 3 – Примеры экранных форм тренажера медеплавильной печи.

Разработано несколько виртуальных лабораторных установок для технических дисциплин, которые предоставляют возможность проведения исследований, аналогично реальным, для различных образцов и условий, изучения процессов сборки, управления, подготовки к работе, изучения техники безопасности, изучения методических материалов и рекомендаций к выполнению работы. Обеспечивается возможность проведения расчетов, а также визуализация наборов данных виде таблиц и формирование полученных графических зависимостей. Пользователь заполняет виртуальные отчеты о проделанных исследованиях, которые передаются в общую LMS систему. Примеры экранных форм для некоторых виртуальных лабораторных установок показаны на рисунке 4.





**Рисунок 4** Примеры экранных форм виртуальных лабораторных установок.

#### Библиографический список

1. Гома Х. UML-проектирование систем реального времени параллельных и распределенных приложений: Пер с англ. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 704 с.
2. Мочалов П.С. Технология разработки программных приложений 3D-виртуальных сред для моделирования технологических процессов и комплексов / П.С. Мочалов // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IX Всероссийской научно-практической конференции. 28-30 ноября 2013 г. Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2013.-С.125-129
3. Мочалов П.С. Технология создания интерактивных 3D – моделей производственных процессов и комплексов/ П.С.Мочалов, С.П.Мочалов // Интеллектуальный потенциал XXI века: Ступени познания. 2012.- №13.- С. 77-81
4. Келли Мэрдок. 3ds Max 2012. Библия пользователя. Диалектика, Вильямс, 2012 – 1294с

5. Мартин Р., Мартин М. Принципы, паттерны и методики гибкой разработки на языке C#. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2013. – 768 с., ил.
6. Sue Blackman. Beginning 3D Game Development with Unity: All-in-one, multi-platform game development. Apress, 2011 – 992p.